

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
**Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号  
特表2000-507023  
(P2000-507023A)

(43)公表日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51) Int.Cl.  
G 11 B 5/66

識別記号

F I  
G 11 B 5/66

### テーマコード (参考)

(21)出願番号	特願平9-532573
(86) (22)出願日	平成8年12月23日(1996.12.23)
(85)翻訳文提出日	平成10年9月11日(1998.9.11)
(86)国際出願番号	PCT/US96/20157
(87)国際公開番号	WO97/34295
(87)国際公開日	平成9年9月18日(1997.9.18)
(31)優先権主張番号	08/614, 848
(32)優先日	平成8年3月11日(1996.3.11)
(33)優先権主張国	米国(US)
(81)指定国	CN, DE, GB, JP, KR,
SG	

(71)出願人 シーゲート テクノロジー, インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国95067-0360 カリフォルニア州, スコット バレー, ディスク ドライブ 920, ピー. オー. ボックス 66360

(72)発明者 チェン, ガーレーン  
 アメリカ合衆国95035 カリフォルニア州  
 フレモント, エストレラ ロード 150

(72)発明者 チェン, クシイクス  
 アメリカ合衆国95035 カリフォルニア州  
 ミルピタス, タホー ドライブ 1630

(74)代理人 弁理士 浅村 鮎 (外3名)

(54) 【発明の名称】 二重磁性層を有する高面密度磁気記録媒体

(57) 【要約】

約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup> (約3～約20Gb/平方インチ) の高い面記録密度、約0.30～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のM<sub>rt</sub>と、2,500エルステッド以上の高い保磁力、および約0.70～約0.95の保磁力矩形比を有する磁気記録媒体が、磁気異方性層32上に磁気等方性層33を含む1対または複数対の磁性層32、33、35、36を直接付着させることによって得られる。それぞれの磁気等方性/異方性層対を分離するために、クロム中間層34が使用される。一実施形態においては、磁気異方性層は、クロムとタンタルを含むコバルト基合金を含み、磁気等方性層は、クロム、白金およびタンタルを含むコバルト基合金の層を含む。

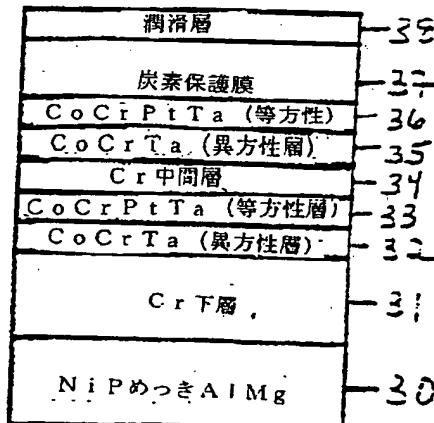


FIG. 3

## 【特許請求の範囲】

## 1. 非磁性基板と、

基板上に形成されたクロムまたはクロム合金の下層と、

クロムまたはクロム合金下層上に連続して形成された複数の磁性層とを含み、約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約20Gb/平方インチ）の面記録密度を有し、約0.30～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示すことを特徴とする磁気記録媒体。

2. 約19.4～約64.5Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約10Gb/平方インチ）の面記録密度を有し、約0.40～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示すことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

3. 約32.3～約64.5Gb/cm<sup>2</sup>（約5～約10Gb/平方インチ）の面記録密度を有し、約0.40～約0.50memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示すことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の磁気記録媒体。

4. クロムまたはクロム合金下層上に形成された第1の磁性層と、第1の磁性層上に直接形成された第2の磁性層とを含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

5. 第1の磁性層が、磁気異方性であり、第2の磁性層が、磁気等方性であることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気記録媒体。

6. 第1と第2の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示すことを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気記録媒体。

7. 第1と第2の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示すことを特徴とする請求の範囲第5項に記載の磁気記録媒体。

8. 第1と第2の磁性層がそれぞれ、約5Å～約200Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第7項に記載の磁気記録媒体。

9. 第1と第2の磁性層がそれぞれコバルトを含むことを特徴とする請求の範囲第7項に記載の磁気記録媒体。

10. 第1の磁性層が、本質的にコバルトからなることを特徴とする請求の範囲第9項に記載の磁気記録媒体。

11. 第1の磁性層が、クロムとタンタルを含むコバルト基合金を含むことを特徴とする請求の範囲第9項に記載の磁気記録媒体。
12. 第2の磁性層が、クロムと白金を含むコバルト基合金を含むことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の磁気記録媒体。
13. 第2の磁性層が、クロム、白金およびタンタルを含むコバルト基合金を含むことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の磁気記録媒体。
14. 基板が、ニッケルーリンめっきしたアルミニウム、ニッケルーリンめっきしたアルミニウム基の合金、ガラスまたはガラス・セラミック材料を含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。
15. 第2の磁性層上の炭素保護膜と、炭素保護膜上の潤滑トップコートとをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第14項に記載の磁気記録媒体。
16. 約2,500エルステッド以上の保磁力と、約0.70～約0.95の保磁力矩形比を示すことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。
17. 約3,000～約3,500エルステッドの保磁力を示すことを特徴とする請求の範囲第16項に記載の磁気記録媒体。
18. 第2の磁性層上の第1のクロムまたはクロム合金中間体層と、第1の中間層上に形成された磁気異方性の第3の磁性層と、第3の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第4の磁性層とを含むことを特徴とする請求の範囲第5項に記載の磁気記録媒体。
19. 非磁性基板上に形成されたクロム下層と、第4の磁性層上に形成された炭素保護膜と、炭素保護膜上に形成された潤滑トップコートとをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の磁気記録媒体。
20. 第1と第2の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示し、第3と第4の磁性層が共に実質上单一の保磁力を示すことを特徴とする請求の範囲第18項に記載の磁気記録媒体。
21. 第1、第2、第3および第4の磁性層がそれぞれ、約5Å～約200Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第20項に記載の磁気記録媒体。
22. 第2の磁性層上に形成された第1のクロムまたはクロム合金中間層と、

第1の中間層上に形成され、クロムとタンタルを含むコバルト基合金を含む磁気異方性の第3の磁性層と、

第3の磁性層上に直接形成され、クロム、白金およびタンタルを含むコバルト基合金を含む磁気等方性の第4の磁性層と

をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第13項に記載の磁気記録媒体、

23. 非磁性体基板と第1の磁性層の間に形成されたクロムまたはクロム合金下層と、第4の磁性層上に形成された炭素保護膜と、炭素保護膜上に形成された潤滑トップコートとをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の磁気記録媒体。

24. 第4の磁性層上に形成された第2のクロムまたはクロム合金中間層と、

第2の中間層上に形成された磁気異方性の第5の磁性層と、

第5の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第6の磁性層と

をさらに含む、請求の範囲第18項に記載の磁気記録媒体。

25. 非磁性体基板と第1の磁性層の間に形成されたクロムまたはクロム合金下層と、第6の磁性層上に形成された炭素保護膜と、炭素保護膜上に形成された潤滑トップコートとをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第24項に記載の磁気記録媒体。

26. 第1と第2の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示し、

第3と第4の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示し、

第5と第6の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示すことを特徴とする請求の範囲第24項に記載の磁気記録媒体。

27. 第1、第2、第3、第4、第5、および第6の磁性層がそれぞれ、約5Å～約200Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第26項に記載の磁気記録媒体。

28. 第4の磁性層上に形成された第2のクロムまたはクロム合金中間層と、第2の中間層上に形成され、クロムとタンタルを含むコバルト基合金を含む磁気異方性の第5の磁性層と、

第5の磁性層上に直接形成され、クロム、白金およびタンタルを含むコバルト基合金を含む磁気等方性の第6の磁性層と

をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の磁気記録媒体。

29. 非磁性体基板と第1の磁性層の間に形成されたクロムまたはクロム合金下層と、第6の磁性層上に形成された炭素保護膜と、炭素保護膜上に形成された潤滑トップコートとをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第28項に記載の磁気記録媒体。

30. 第1の中間層が、約5Å～約100Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第22項に記載の磁気記録媒体。

31. 第1と第2の中間層がそれぞれ、約5Å～約100Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第24項に記載の磁気記録媒体。

32. 請求の範囲第1項による巨大磁気抵抗記録ヘッドと磁気記録媒体を含むことを特徴とするディスク・ドライブ・システム。

33. 非磁性基板と、

基板上に形成された下層と、

下層上に連続して形成された複数の磁性層とを含み、

磁気記録媒体が、約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約20Gb/平方インチ）の面記録密度を有し、約0.30～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示すことを特徴とする磁気記録媒体。

34. 下層が、クロム、クロム合金、酸素ドープ・クロム、タンクスチタンまたはタンクスチタン合金を含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 二重磁性層を有する高面密度磁気記録媒体

## 技術分野

本発明は、磁気データの記録、記憶および読み取りに関し、詳細には、薄膜磁気ディスクなどの回転式磁気記録媒体に関する。本発明は、特に、比較的小さな  $M_{r,t}$  において高い保磁力と保磁力矩形比を示す高密度磁気記録媒体に応用することができる。

## 背景技術

薄膜磁気記録ディスクおよびディスク・ドライブは、従来より大量のデータを磁化可能な形で記憶するために使用される。データは、ディスクの表面上近くを飛翔する磁気ヘッド変換器アセンブリによって、高速で回転する記録ディスクに書き込まれ読み取られる。面記録密度要件が高まり、ディスク・ドライブが次第に小型化しているため、薄膜磁気記録媒体の保磁力、残留磁気保磁力矩形比、低い媒体雑音および狭いトラック記録性能に対する要件が次第に厳しくなってきている。近年、特に縦方向記録用の高い記録密度を有しそのような要件を満たす磁気記録媒体を作成するために多大な努力が払われてきた。

従来の縦方向記録媒体は、図1に示すが、一般に、非結晶質のニッケルーリン (NiP) 層でめっきした、アルミニウム-マグネシウム (Al-Mg) 合金などのアルミニウム (Al) 合金の基板10を含む。代替の基板には、ガラス、ガラスセラミック材料およびグラファイトがある。基板10は、通常、その上に連続して付着された、クロム (Cr) またはCr合金下層11、コバルト (Co) ベースの即ちコバルト基の合金磁性層12、炭素保護膜13および潤滑トップコート14を含む。Cr下層11、Coベースの合金磁性層12および炭素保護膜13は、通常、スパッタリング法によって付着される。従来のAl合金基板は、主にAl基板の硬さを高めるためのNiPめっきを備え、表面に必要な表面粗さまたはテクスチャを提供するのに適切な研磨面として働く。これは実質的にディスク表面上で再現される。

近年、高い面記録密度を達成するために多大な努力が払われてきた。記録密度

に影響を及ぼすことが認められた大きな要因には、残留磁気 (M<sub>r</sub>)、保磁力、保磁力矩形比 (S')、信号／雑音比、および飛翔高度即ちフライング高度 (flying height) (読み取り／書き込みヘッドが回転ディスク上に浮上している距離) がある。縦方向記録の面記録密度を高めるための従来の手法には、テング (Teng) 他の米国特許第5,462,796号のような非磁性層で分離された二重磁性層の利用と、ライ (Lai) 他の米国特許第5,432,012号のような2つの磁性層間に挟まれた傾斜磁性層の利用がある。

直径3.5インチのプロトタイプ・ハード・ディスク・ドライブで12.9 Gb/cm<sup>2</sup> (2ギガビット (Gb) / 平方インチ) の面密度を持つ磁気記録媒体が実現されたが、これは磁気ヘッド、記録媒体、位置決めおよび信号処理技術の開発によるものであると報告されている。フタモト (Futamoto) 他の「Investigation of 2Gb/in<sup>2</sup> Magnetic Recording at a Track Density of 17 kTPI」、IEEE Transactions on Magnetics、Vol. 27、No. 6、1991年11月、pp. 5280～5285。フタモト他が報告した磁気記録媒体は、ガラス基板を含み、その上に連続して、クロム下層と、コバルト、クロム、白金およびシリコンを含み飽和磁化 (Ms) が小さく磁気的に等方性の第1の磁性層と、第1の磁性層上に付着されたクロムと白金を含み飽和磁化 (Ms) が大きい第2の磁気的に等方性のコバルト層と、炭素保護膜とが形成されている。

しかしながら、約64.5Gb/cm<sup>2</sup> (約10Gb/平方インチ) の面記録密度を持つ剛性ディスク磁気記録媒体を得る目標は、依然として達成されていない。64.5Gb/cm<sup>2</sup> (10Gb/平方インチ) の記録密度の目標を達成するためには、媒体技術の進歩に関する知識に基づく洞察が必要であることが報告されている。マードック (Murdock) の「Roadmap for 10Gb/in<sup>2</sup> Media Challenges」、IEEE Transactions on Magnetics、vol. 28、No. 5、1992年9月、pp. 3078～3083。マードックによって出された結論は、革命的な改善が必要になるというものである。現存の媒体システムのいくつかの候補は有望であるが、現実的なものにするためにはまだ多くの研究が必要であると結論している。

また、コダマ (kodama) の特公平5-114128号と、ツボイ (Tsuboi) の

特公平5-109041号に、磁性層が異なる保磁力を示す二重磁性層媒体が開示されている。二重層磁気記録媒体は、また、モリタ (Morita) 他の米国特許第4,642,270号、チエゼル (Chezel) 他の米国特許第3,508,887号、エッゲンバーガー (Eggenberger) 他の米国特許第3,047,423号、およびナカシマ (Nakashima) 他の米国特許第4,622,273号にも開示され、後者は、垂直磁化の記録媒体を対象としている。

したがって、 $64.5 \text{ Gb/cm}^2$  ( $10 \text{ Gb/平方インチ}$ ) など  $12.9 \text{ Gb/cm}^2$  ( $2 \text{ GB/平方インチ}$ ) を超え、好ましくは最大  $129.0 \text{ Gb/cm}^2$  ( $20 \text{ GB/平方インチ}$ ) の面記録密度を有し、高い保磁力および保磁力矩形比と、比較的小さな  $M_{rt}$  (残留磁気  $\times$  厚さ) を示し、GMR (巨大磁気抵抗) ヘッドを使用するハード・ディスク・ドライブに利用できる磁気記録媒体が求められている。

#### 発明の開示

本発明の目的は、高い面記録密度、高い保磁力および保磁力矩形比、小さな  $M_{rt}$  を示す磁気記録媒体を提供することである。

本発明の他の目的は、約  $19.4 \sim 129.0 \text{ Gb/cm}^2$  (約  $3 \sim 20 \text{ GB/平方インチ}$ ) の面密度と、高い保磁力および保磁力矩形比、小さな  $M_{rt}$  を有する磁気記録媒体を提供することである。

本発明のその他の目的および特徴は、一部は以下の説明で述べ、一部は以下の内容を検討すれば当業者には明らかになり、あるいは本発明を実施すれば理解することができよう。本発明の目的および利点は、併記の請求の範囲に詳細に指摘したようにして実現し達成することができる。

上記その他の目的は、本発明によれば、非磁性基板と、基板上に形成されたクロムまたはクロム合金の下層と、クロムまたはクロム合金下層に連続的に形成された複数の磁性層とを含み、約  $19.4 \sim 129.0 \text{ Gb/cm}^2$  (約  $3 \sim 20 \text{ GB/平方インチ}$ ) の面記録密度を有し、約  $0.30 \sim 0.60 \text{ memu/cm}^2$  の  $M_{rt}$  を示す磁気記録媒体によって部分的に達成される。

本発明のもう1つの態様は、非磁性基板と、基板上に形成されたCrまたはCr合金の下層と、CrまたはCr合金下層上に形成された磁気異方性の第1の

磁性層と、第1の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第2の磁性層とを含み、約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約20Gb/平方インチ）の面記録密度を有し、約0.30～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示す磁気記録媒体である。

本発明のさらに他の態様は、非磁性基板と、基板上に形成されたCrまたはCr合金の下層と、CrまたはCr合金下層上に形成され、クロムとタンタルを含むコバルト基の合金を含む磁気異方性の第1の磁性層と、第1の磁性層上に直接形成され、クロム、白金およびタンタルを含む磁気等方性のコバルト・ベースの合金を含む第2の磁性層とを含み、約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約20Gb/平方インチ）の面記録密度を有し、約0.30～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示す磁気記録媒体である。

本発明のさらなる態様は、非磁性基板と、基板上に形成されたCrまたはCr合金の下層と、CrまたはCr合金下層上に形成された磁気異方性の第1の磁性層と、第1の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第2の磁性層と、第2の磁性層上に形成された第1のクロムまたはクロム合金中間層と、第1の中間層上に形成された磁気異方性の第3の磁性層と、第3の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第4の磁性層とを含み、約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約20Gb/平方インチ）の面記録密度を有し、約0.30～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示す磁気記録媒体である。

本発明のもう1つの態様は、非磁性基板と、基板上に形成されたCrまたはCr合金の下層と、CrまたはCr合金下層上に形成された磁気異方性の第1の磁性層と、第1の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第2の磁性層と、第2の磁性層上に形成された第1のクロムまたはクロム合金中間層と、第1の中間層上に形成された磁気異方性の第3の磁性層と、第3の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第4の磁性層と、第4の磁性層上に形成された第2のクロムまたはクロム合金中間層と、第2の中間層上に形成された磁気異方性の第5の磁性層と、第5の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第6の磁性層とを含み、約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約20Gb/平方インチ）の面記録密度を有し、約0.30～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示す磁気記録媒体

である。

本発明のその他の目的および利点は、以下の詳細な説明から当業者には容易に明らかになるであろう。以下の説明では、本発明の実施形態について、本発明を実施するために考えられた最良の形態の單なる例示として説明する。本発明は、他の様々な実施形態が可能であり、そのいくつかの細部は、すべて本発明から逸脱せずに様々な明らかな点で修正可能であることを理解されたい。したがって、図面および説明は、制限的ではなく例示的な性質のものと見なすべきである。

#### 図面の簡単な説明

図1は、従来の磁気記録媒体構造を示す概略図である。

図2は、本発明の実施形態による磁気記録媒体を示す概略的である。

図3は、本発明のもう1つの実施形態による磁気記録媒体を示す概略的である

図4は、本発明のさらにもう1つの実施形態による磁気記録媒体を示す概略的である。

図5は、本発明による二重磁性層の重疊ヒステリシス曲線と切換磁界分布 (SFD : switching field distribution) を表わす図である。

図6は、本発明の二重層磁気記録媒体の保磁力と磁性層の合計M<sub>rt</sub>の関係を示すグラフである。

図7は、図2の実施形態の二重磁性層媒体のS'およびSFDと合計M<sub>rt</sub>の関係を示すグラフである。

#### 発明の説明

本発明は、縦方向記録用の約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup> (約3～約20Gb/平方インチ) の範囲の高い面記録密度を有し、比較的小さなM<sub>rt</sub>で高い保磁力およびS'を有する磁気記録媒体を提供する。そのような高い面記録密度ならびに望ましい磁気特性は、二重磁性層の戦略的な使用によって達成される。

本発明によれば、少なくとも1対の連続的に形成された磁性層を含む磁気記録媒体が形成される。一実施形態においては、非磁性体の基板上に、CrまたはCr合金の下層が付着され、CrまたはCr合金下層上に磁気異方性の第1の磁性

層が付着され、第1の磁性層上に、磁気等方性の第2の磁性層が直接形成され

る。本発明の磁気記録媒体の各磁性層は、一般に約5Å～約20Åの厚さに付着され、第1の磁性層対を構成する第1と第2の磁性層は、実質上単一の保磁力を示す。本発明による磁気記録媒体は、約32.3～約64.5Gb/cm<sup>2</sup>（約5～約10Gb/平方インチ）の面記録密度で、約0.40～約0.50memu/cm<sup>2</sup>など約0.30～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示す。本発明は、約64.5Gb/cm<sup>2</sup>（約10Gb/平方インチ）の面記録密度、約0.40memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>、約3,000エルステッド以上の保持力、および約0.70～約0.95のS'を有する磁気記録媒体を容易に提供する。

本発明による二重磁性層を使用することによって、高い面記録密度、高い保磁力およびS'、ならびに小さなMr<sub>t</sub>が達成される理由は解明されていない。しかしながら、そのような高い面記録密度と有利な磁気特性は磁気異方性層に直接付着された磁気等方性層を含む実質上保磁力を示す1対の磁気合金層を使用することによるものではないかと思われる。磁気異方性状態は、配向比すなわち円周方向の保磁力と半径方向の保磁力の比が1よりも大きいときに存在すると考えられる。磁気等方性状態は、配向比が約1のときに存在すると考えられる。

本発明の磁性層は、Coベースの合金のような従来の磁性材料から形成することができる。本発明の一実施形態においては、磁気異方性を示す第1の磁性層は、コバルト、あるいはコバルト、クロムおよびタンタルの合金（CoCrTa）を含む。磁気等方性を示す第2の磁性層は、コバルト-クロム-白金合金（CoCrPt）やコバルト-クロム-白金-タンタル合金（CoCrPtTa）などのコバルト・ベースの合金層を含む。

本発明によれば、基板と第1の磁性層の間に下層が設けられる。この下層は、Crまたはクロム-バナジウム（CrV）またはクロム-チタン（CrTi）などのCr合金、酸素ドープしたクロム（CrO<sub>x</sub>）、タンクステン（W）またはタンクステン合金を含むことができる。本発明の磁気記録媒体には、磁気記録媒体の作成に従来使用されている様々な基板のどれを使用することもできる。そのような従来の基板には、NiPめっきしたAl合金、ガラス、ガラス・セラミック

ク材料、および導電性グラファイトなどの炭素基板がある。ガラス・セラミック材料は、通常、表面を熱処理し、上にセラミックの薄い結晶層を形成することに

よって形成される。保磁力を高めるためには、導電性グラファイトが望ましい。本発明の一実施形態においては、基板としてNiPめっきしたAl-Mg合金を使用する。

本発明の磁気記録媒体は、通常磁性層上の炭素保護膜と、炭素保護膜上の潤滑トップコートを含む。CrまたはCr合金の下層、磁性層および炭素保護膜は、磁気記録媒体の作成に使用される様々なスパッタリング技術など従来の方法で付着させることができる。

図1に示したような従来の磁気記録媒体において、通常、Mr<sub>t</sub>が0.8~1.1 memu/cm<sup>2</sup>の付近で保磁力は最大に達する。Mr<sub>t</sub>が保磁力の最大値から減少するにつれて、保磁力とS'は、急激に減少し、19.4 Gb/cm<sup>2</sup> (3 Gb/平方インチ) 以上の面記録密度を持つ磁気記録には不十分な大きさになる。本発明によれば、面密度が約32.3~約64.5 Gb/cm<sup>2</sup> (約5~約10 Gb/平方インチ) の場合に約0.40~約0.50 memu/cm<sup>2</sup> など、約0.30~約0.60 memu/cm<sup>2</sup> の比較的小さなMr<sub>t</sub>で、高い保磁力とS'を有する約19.4~約129.0 Gb/cm<sup>2</sup> (約3~約20 Gb/平方インチ) の面記録密度の磁気記録媒体を得ることができる。

高い面密度を達成するためには、小さなMr<sub>t</sub>を示す磁気記録媒体を提供することが必要である。本発明によれば、高い保磁力を有し比較的小さなMr<sub>t</sub>を示す磁気記録媒体が提供され、それにより、下の表1に示したように19.4~129.0 Gb/cm<sup>2</sup> (3~20 Gb/平方インチ) の面密度が可能になる。

表1

面密度Gb/cm <sup>2</sup> (Gb/平方インチ)	19.4 (3)	32.3 (5)	64.5 (10)	129.0 (20)
M <sub>rt</sub> (memu/cm <sup>2</sup> )	0.6	0.5	0.4	0.3

本発明の一実施形態による磁気記録媒体は、図2に示すが、NiPめっきした

A1-Mgなどの基板20と、約100Å～約2000Åなど適切な厚さのCrまたはCr合金下層などの下層21とを含む。下層21上にはCoCrTa合金など磁気異方性の第1の磁性層22と、第1の磁性層22上に直接付着されたCoCrPtTa合金など磁気等方性の第2の磁性層23を含む1対の磁性層が設けられる。第2の磁性層23上には、炭素保護層24と潤滑トップコート25が連続して付着される。炭素保護膜は、約75Å～約200Åなどの適切な厚さに付着される。潤滑トップコートは、約10Å～約30Åの適切な厚さに付着される。磁性層22および23はそれぞれ、約5Å～約200Åの厚さを有する。1対の磁性層22および23は共に実質上单一の保磁力を示す。

本発明のもう1つの実施形態においては、第2の磁性層対が、CrまたはCr合金中間体層を間に挟んで第1の磁性層対上に付着される。それぞれの磁性層対は、磁気異方性層上に直接付着された磁気等方性層を含む。そのような一実施形態は、図3に概略的に示すが、通常はNiPめっきのA1-Mgの基板30と、CrやCr合金などの下層31と、下層31上に形成されたCoCrTaなどの磁気異方性の第1の磁性層32と、第1の磁性層32上に直接形成されたCoCrPtTaなどの磁気等方性の第2の磁性層33とを含む。図3の実施形態によれば、CrやCr合金層などの中間層34が、二重磁性層32および33の第1の対の上に形成される。Cr中間層34の厚さは、約5Å～約100Åの範囲でよい。次に、中間層34上に第2の磁性層対が形成され、CoCrTa合

金などの磁気異方性の第3磁性層35と、第3の磁性層35上に直接形成されたCoCrPtTaなどの磁気等方性の第4の磁性層36とを含む。図2の実施形態と同様に、磁性層上には炭素保護膜37と潤滑トップコート38が連続して設けられる。

図3の実施形態の磁性層32、33、35、36はそれぞれ、約5Å～約200Åの厚さを有する。第1の磁性層32と第2の磁性層33は共に、実質上单一の保磁力を示し、第3の磁性層35と第4の磁性層36も共に、実質上单一の保磁力を示す。下層31、炭素保護膜37および潤滑トップコート38の厚さは、図2の実施形態における対応する層の厚さと同じでよい。

図3に示したような2つの磁性層対を含む実施形態において、Cr中間層34

は、媒体雑音とS'を減少させる傾向がある。しかしながら、第2の対の磁性層35および36は、保磁力とS'を高める傾向がある。S'が低すぎると、リードバック信号とオーバーライトの性能が低下する。S'が高すぎると、媒体雑音が増大する中間層34と第2の対の磁性層35および36を設けることによって、媒体性能が最適になる。

本発明のもう1つの実施形態においては、3つの磁性層対間に中間層が付着される。そのような実施形態は、図4に概略的に示すが、通常NiPめっきしたAl-Mgの基板40と、通常CrまたはCr合金の下層41とを含む。第1の磁性層対は、CoCrTaなど磁気異方性の第1の磁性層42と、第1の磁性層42上に直接付着されたCoCrPtTaなど磁気等方性の第2の磁性層43とを含む。CrやCr合金など第1の中間層44が、第2の磁性層43上に設けられる。次に、付着されたCoCrTaなど磁気異方性の第3の磁性層45と、第3の磁性層45上に直接付着されたCoCrPtTaなどの磁気等方性の第4の磁性層46を含む第2の磁性層対が連続して付着される。CrやCrベース合金即ちCu基合金などの第2の中間層47が、第4の磁性層46上に付着される。次に、第3の磁性層対が付着され、CoCrTaなど磁気異方性の第5の磁性層48と、第5の磁性層48上に直接付着されたCoCrPtTaなど磁気等方性の第6の磁性層49とを含む。図2および図3の実施形態と同様に、炭素保護膜5

0と潤滑トップコート51が付着される。

磁性層42、43、45、46、48、49の厚さはそれぞれ、約5Å～約200Åでよい。第1の磁性層42と第2の磁性層43は共に、実質上单一の保磁力を示し、第3の磁性層45と第4の磁性層46は共に、実質上单一の保磁力を示し、また第5の磁性層48と第6の磁性層49も、実質上单一の保磁力を示す。それぞれの中間層44および47の厚さは、約5Å～約100Åの範囲でよい。下層41、炭素保護膜50および潤滑トップコート51の厚さは、図2の実施形態における対応する層の厚さと同じでよい。

本発明の二重層構造は、約10.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約20Gb/平方インチ）の面記録密度の達成を可能にすると考えられる。各対の磁性層は、磁気異方性層上に直接付着された磁気等方性層を含み、それぞれ約5Å

～約200Åなど適切な厚さを有し、その結果、磁性層の各対は、実質上单一の保磁力を示す。図5に示したように、本発明の二重層構造は、振動試料磁力計（VSM）で測定したとき重疊ヒステリシス曲線とSFDによって示されるように実質上单一の保磁力を示す。

#### 例

CoCrTaの第1の磁性層とその上に直接付着されたCoCrPtTaの第2の磁性層を有する、図2に示した実施形態に対応する磁気記録媒体を作成した。基板は、テクスチャ付きのNiPめっきしたAl-Mgを含む。テクスチャ付き基板上にCr下層を付着した。図6に示したグラフは、ディスクの円周方向に沿って、VSMおよび残留磁気モーメント磁力計（RMM）によって測定した第1と第2の磁性層の保磁力と合計Mrтの関係を示す。二重層媒体の保磁力は、0.3～0.6memu/cm<sup>2</sup>の範囲で最低3,000エルステッドであることは明らかである。

図7のグラフは、ディスクの円周方向に沿ってVSMで測定した、図2に示した本発明の二重層磁気記録媒体の実施形態のS'およびSFDと合計Mrтの関係を示す。Mrтが0.3memu/cm<sup>2</sup>のときでも、S'は大きさが適切であることは明らかである。

したがって、本発明によれば、約19.4～約129.0 Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約20 Gb/平方インチ）の面記録密度と、最低2,500エルステッド、通常は3,000エルステッド以上の高い保磁力と、通常約0.70～約0.95の高いS'を有する磁気記録媒体が提供される。本発明による磁気記録媒体は、GMRヘッドを使ってハード・ディスク・ドライブに有利に使用することができる。本発明の磁気記録媒体は、特定の基板材料、下層、中間膜、または保護膜または潤滑層、あるいは任意の特定の磁性合金に限定されるものではない。

本発明において、本発明のいくつかの実施形態およびその多様性の二三の例のみを示し説明した。本発明は、他の様々な組合せおよび環境で使用することができ、本明細書に示した本発明の概念の範囲内での変更および修正が可能であることを理解されたい。

【図1】

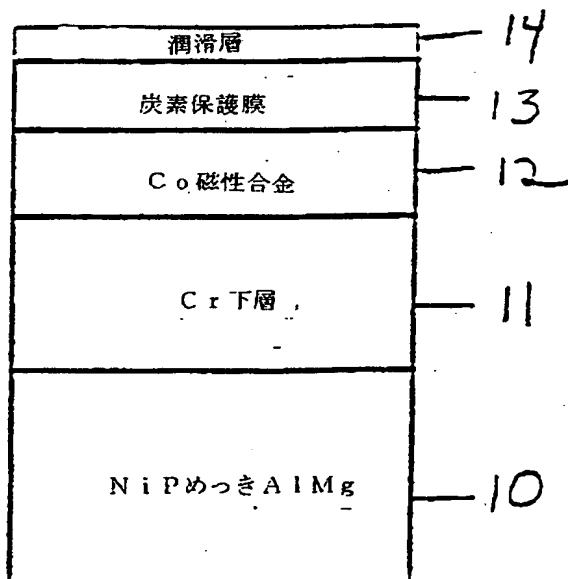


FIG. 1

【図 2】

潤滑層	25
炭素保護膜	24
CoCrPtTa (等方性層)	23
CoCrTa (異方性層)	22
Cr下層	21
NiPめっきAlMg	20

FIG. 2

【図 3】

潤滑層	35
炭素保護膜	37
CoCrPtTa (等方性)	36
CoCrTa (異方性層)	35
Cr 中間層	34
CoCrPtTa (等方性層)	33
CoCrTa (異方性層)	32
Cr下層	31
NiPめっきAlMg	30

FIG. 3

【図 4】

潤滑層	— 3 —
炭素保護膜	— 5 —
CoCrPtTa (等方性層)	— 49 —
CoCrTa (異方性層)	— 48 —
Cr 中間層	— 47 —
CoCrPtTa (等方性)	— 46 —
CoCrTa (異方性層)	— 45 —
Cr 中間層	— 44 —
CoCrPtTa (等方性層)	— 43 —
CoCrTa (異方性層)	— 42 —
Cr 下層	— 41 —
NiPめつきAlMg	— 40 —

FIG. 4

【図 5】

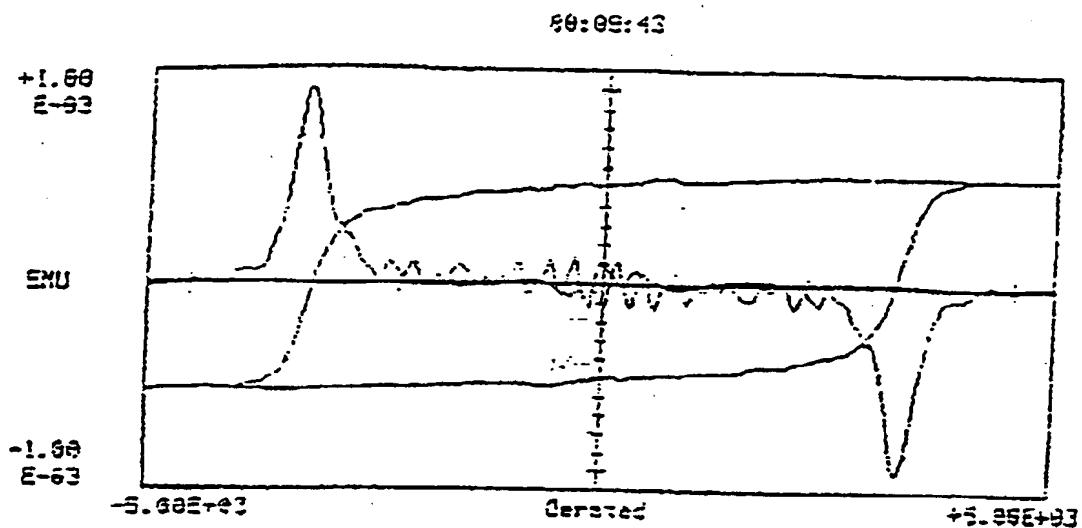


FIG. 5

【図 6】

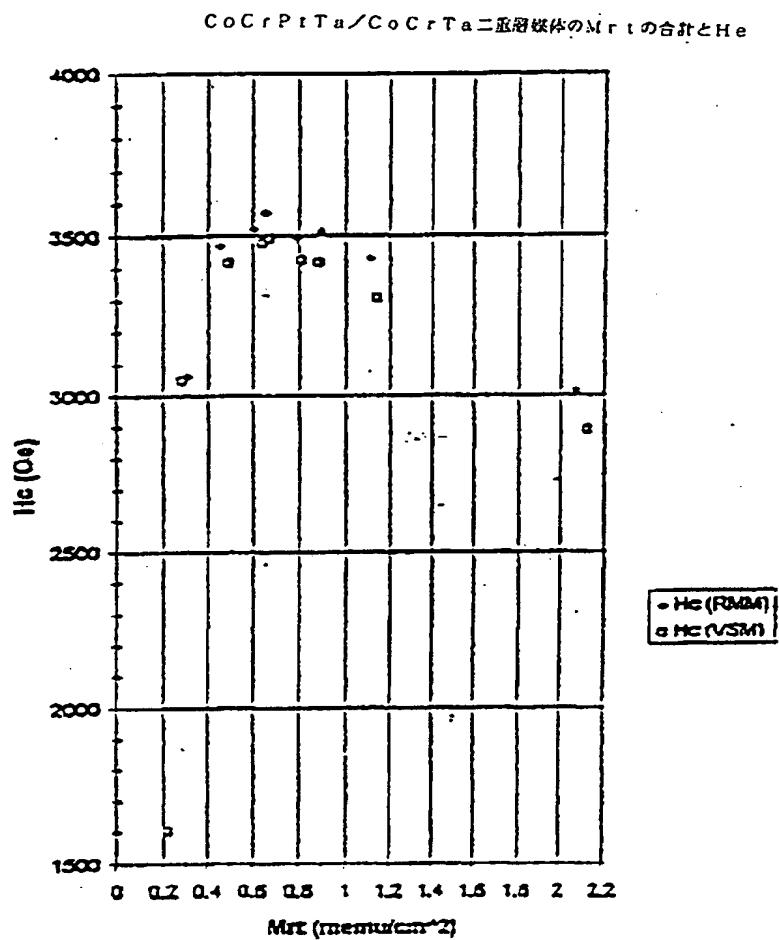


FIG. 6

【図 7】

CoCrPtTa/CoCrTa二重層媒体のMrtの合計とS\* &amp; SFD

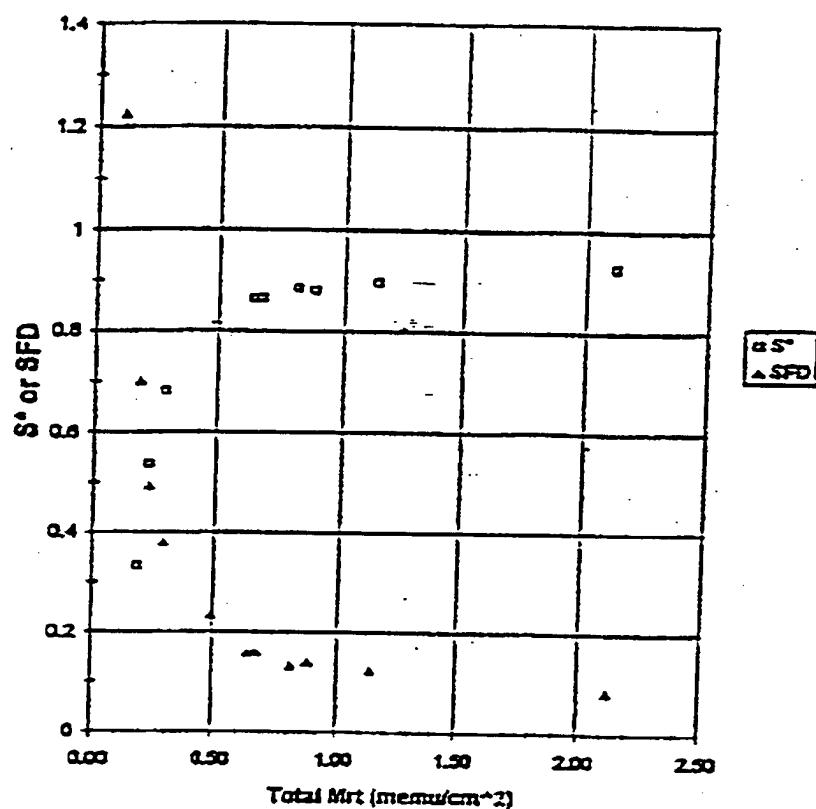


FIG. 7

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】1997年10月8日(1997.10.8)

【補正内容】

請求の範囲

1. 非磁性基板と、

基板上に形成されたクロムまたはクロム合金の下層と、

クロムまたはクロム合金下層上に連続して形成された少なくとも1対の磁性層とを含み、約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup> (約3～約20Gb/平方インチ)の面記録密度を有し、約0.30～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示し、磁性層対が、磁気異方性層上に形成された磁気等方性層を含むことを特徴とする磁気記録媒体。

2. 約19.4～約64.5Gb/cm<sup>2</sup> (約3～約10Gb/平方インチ)の面記録密度を有し、約0.40～約0.60memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示すことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

3. 約32.3～約64.5Gb/cm<sup>2</sup> (約5～約10Gb/平方インチ)の面記録密度を有し、約0.40～約0.50memu/cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示すことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の磁気記録媒体。

4. 縦方向記録に適切な、請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

5. 第1と第2の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示すことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

6. 第1と第2の磁性層がそれぞれ、約5Å～約200Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第5項に記載の磁気記録媒体。

7. 第1と第2の磁性層がそれぞれコバルトを含むことを特徴とする請求の範囲第5項に記載の磁気記録媒体。

8. 第1の磁性層が、本質的にコバルトからなることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の磁気記録媒体。

9. 第1の磁性層が、クロムとタンタルを含むコバルト基合金を含むことを特徴とする請求の範囲第7項に記載の磁気記録媒体。

10. 第2の磁性層が、クロムと白金を含むコバルト基合金を含むことを特徴と

する請求の範囲第9項に記載の磁気記録媒体。

11. 第2の磁性層が、クロム、白金およびタンタルを含むコバルト基合金を含むことを特徴とする請求の範囲第9項に記載の磁気記録媒体。

12. 基板が、ニッケルーリンめっきしたアルミニウム、ニッケルーリンめっきしたアルミニウム基合金、ガラスまたはガラス・セラミック材料を含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

13. 第2の磁性層上の炭素保護膜と、炭素保護膜上の潤滑トップコートとをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第12項に記載の磁気記録媒体。

14. 約2,500エルステッド以上の保磁力と、約0.70～約0.95の保磁力矩形比を示すことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

15. 約3,000～約3,500エルステッドの保磁力を示すことを特徴とする請求の範囲第14項に記載の磁気記録媒体。

16. 第2の磁性層上の第1のクロムまたはクロム合金中間体層と、  
第1の中間層上に形成された磁気異方性の第3の磁性層と、  
第3の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第4の磁性層と  
を含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

17. 非磁性基板上に形成されたクロム下層と、  
第4の磁性層上に形成された炭素保護膜と、  
炭素保護膜上に形成された潤滑トップコートとを  
さらに含むことを特徴とする請求の範囲第16項に記載の磁気記録媒体。

18. 第1と第2の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示し、第3と第4の磁性層が共に実質上单一の保磁力を示すことを特徴とする請求の範囲第16項に記載の磁気記録媒体。

19. 第1、第2、第3および第4の磁性層がそれぞれ、約5Å～約200Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第18項に記載の磁気記録媒体。

20. 第2の磁性層上に形成された第1のクロムまたはクロム合金中間層と、  
第1の中間層上に形成され、クロムとタンタルを含むコバルト基合金を含む磁  
気異方性の第3の磁性層と、

第3の磁性層上に直接形成され、クロム、白金およびタンタルを含むコバルト基合金を含む磁気等方性の第4の磁性層と

をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の磁気記録媒体、

21. 非磁性体基板と第1の磁性層の間に形成されたクロムまたはクロム合金下層と、第4の磁性層上に形成された炭素保護膜と、炭素保護膜上に形成された潤滑トップコートとをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第20項に記載の磁気記録媒体。

22. 第4の磁性層上に形成された第2のクロムまたはクロム合金中間層と、第2の中間層上に形成された磁気異方性の第5の磁性層と、

第5の磁性層上に直接形成された磁気等方性の第6の磁性層と  
をさらに含む、請求の範囲第16項に記載の磁気記録媒体。

23. 非磁性体基板と第1の磁性層の間に形成されたクロムまたはクロム合金下層と、第6の磁性層上に形成された炭素保護膜と、炭素保護膜上に形成された潤滑トップコートとをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の磁気記録媒体。

24. 第1と第2の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示し、

第3と第4の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示し、

第5と第6の磁性層が共に、実質上单一の保磁力を示すことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の磁気記録媒体。

25. 第1、第2、第3、第4、第5、および第6の磁性層がそれぞれ、約5Å～約200Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第24項に記載の磁気記録媒体。

26. 第4の磁性層上に形成された第2のクロムまたはクロム合金中間層と、第2の中間層上に形成され、クロムとタンタルを含むコバルト基合金を含む磁気異方性の第5の磁性層と、

第5の磁性層上に直接形成され、クロム、白金およびタンタルを含むコバルト基合金を含む磁気等方性の第6の磁性層と

をさらに含むことを特徴とする請求の範囲第20項に記載の磁気記録媒体。

27. 非磁性体基板と第1の磁性層の間に形成されたクロムまたはクロム合金下層と、第6の磁性層上に形成された炭素保護膜と、炭素保護膜上に形成された潤滑トップコートとをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第26項に記載の磁気記録媒体。

28. 第1の中間層が、約5Å～約100Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第20項に記載の磁気記録媒体。

29. 第1と第2の中間層がそれぞれ、約5Å～約100Åの厚さを有することを特徴とする請求の範囲第22項に記載の磁気記録媒体。

30. 請求の範囲第1項による巨大磁気抵抗記録ヘッドと磁気記録媒体を含むことを特徴とするディスク・ドライブ・システム。

31. 非磁性基板と、

基板上に形成された下層と、

下層上に連続して形成された少なくとも1対の磁性層とを含み、

磁気記録媒体が、約19.4～約129.0Gb/cm<sup>2</sup>（約3～約20Gb/平方インチ）の面記録密度を有し、約0.30～約0.60mmem/ cm<sup>2</sup>のMr<sub>t</sub>を示し、磁性層対が、磁気異方性層上に形成された磁気等方性層を含むことを特徴とする磁気記録媒体。

32. 下層が、クロム、クロム合金、酸素ドープ・クロム、タンクステンまたはタンクステン合金を含むことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US96/20157

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) : G11B 05/66  
 US CL : 360/135; 428/212, 213, 65.3, 65.7, 336, 457, 611, 694TM, 694TS, 667, 678  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 360/135; 428/212, 213, 65.3, 65.7, 336, 457, 611, 694TM, 694TS, 667, 678

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
APS SEARCH TERMS: MEMU/CM##; GBAN##; CoCrTe; ? ISOTROPIC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category <sup>a</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US, A, 5,344,706 (LAMBETH ET AL) 06 SEPTEMBER 1994 (06.09.94). Figure 8b, column 3, lines 58-59.	1-34
Y	US, A, 5,024,903 (MIZUKAMI) 18 JUNE 1991 (18.06.91), all Figures.	1-34
Y	US, A, 4,798,765 (ISHIZAKA ET AL) 17 JANUARY 1989 (17.01.89) all Figures, column 5, lines 5-16.	1-34
A,P	US, A, 5,536,585 (FUTAMOTO ET AL) 16 JULY 1996 (16.07.96)	1-34
Y	JP, A 06-84159 (TAMAI) 25 MARCH 1994 (25.03.94) Figure 2.	1-34

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"Z"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 MARCH 1996	11 APR 1997
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230	Authorized officer STEVAN RESAN Telephone No. (703) 308-2351
Form PCT/ISA/210 (second sheet)(July 1992)*	